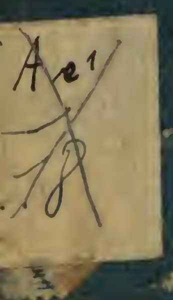
1825.





Versuch
einer geologischen Begründung
des
Acker- und Forstwesens.

Von

Johann Friedrich Ludwig Hausmann,

Königl. Hannöverschem Hofrathe und Professor der Philosophie an der Universität zu Göttingen.

Aus dem Lateinischen übersetzt

von

Franz Körte,

Professor an der Königl. Preuß. Akademie des Landbaues zu Möglin; Mitgliede mehrer gelehrten Gesellschaften.

Berlin, bei August Rücker.

1825.





Vorwort.

Die nachfolgende Abhandlung, welche den ersten Versuch zu einer geologischen Begründung des Acker- und Forstwesens aufstellt und, von wissenschaftlichen Land- und Forstwirthen gehörig aufgefaßt, sehr ersprießliche Folgen haben wird, ist von dem gelehrten Herrn Verfasser am 28sten Mai 1818 in der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen vorgelesen, demnächst aber der Königl. Akademie des Landbaues zu Möglin mitgetheilt worden, mit der Erlaubniß, solche

für die Annalen der Landwirthschaft zu über=
setzen, welches im 2ten Stücke des XIV.
Bandes geschehen ist. Nach dem Wunsche
mehrer Forstwirthe ist aber jetzt aus dieser
Zeitschrift, mit Zustimmung der Redaction,
der besondere Abdruck dieser Abhandlung ver=
anstaltet worden.

„Nicht jeder Boden vermag Jegliches zu tragen," sagt Virgil*); eine Wahrheit, die sich bei dem ersten Blicke in den Acker- und Waldbau überhaupt bestätigt. Wenn es nun, wie der Dichter erinnert, unsere erste Sorge seyn muß, zu erforschen, welcher Boden einer Pflanzenart zusagt und welcher nicht**), so müssen wir vor allen Dingen die physischen Bedingungen aufsuchen, die auf die Vegetation vom höchsten Einflusse sind.

Unsre Culturpflanzen sind ohne Ausnahme unserm Ackerboden gleichsam gehörig worden. Mit den Wurzeln, durch welche sie ihre Hauptnahrung aufnehmen, dringen sie in die Erde, die ihnen theils

*) Landbau. II. 150.

**) Virgil Landbau. I. 53.

zur festen Basis dient, theils auch es ihnen möglich macht, ihre Nahrungsmittel sowohl zu bereiten als aufzubewahren. — Mit dem den Wurzeln entgegengesetzten Theile erheben sie sich in die Atmosphäre, welche nicht nur zum Pflanzenleben selbst nothwendig ist, sondern auch den Vegetabilien des Lichts erwärmende und belebende Strahlen gewährt. Hieraus erhellt, wie wichtig die verschiedene Beschaffenheit des Bodens und der Atmosphäre für das Gedeihen unserer Culturpflanzen seyn muß.

Der Fruchtboden der Erde bildet die äußerste Schicht der starren Masse, aber er umgürtet sie nicht ununterbrochen, sondern wird theils durch Wasser, theils durch ewigen Schnee und ewiges Eis, theils durch die Abgründe der Gebirge unterbrochen. Wo aber Ackerboden ist, da bildet er das trennende Glied zwischen dem Luftmeere und dem Gestein, und ist das poröse Mittel, vermöge dessen sowohl die wässerigen als die elastischen (ätherischen) Theile der Atmosphäre bald mehr bald weniger auf die Oberfläche des Gesteins zu wirken vermögen. Sehr selten liegen Schichten von Fruchterde unter Schichten anderer dichter Stoffe; wo sie aber also gefunden werden, sind die bedeckenden

Schichten vulkanischen Ursprungs. Vorzüglich merkwürdig ist in dieser Beziehung die Insel Bourbon, auf welcher große von Pflanzen, ja selbst von Wäldern bedeckte Strecken durch Schlackenströme verwüstet und verschüttet worden sind *).

Der Fruchtboden hängt, sowohl hinsichtlich seiner Lage als auch in Rücksicht seiner Bestandtheile, von der Beschaffenheit der Gesteinarten ab, welche die Rinde der festen Masse der Erde bilden. Die Oberfläche der Gesteine bildet die Basis des Fruchtbodens, und durch die äußere Form der erstern wird vorzüglich die Form und Schichtung des letztern bestimmt. Der Fruchtboden ist, im Vergleich mit der Gesteinart, aus welcher die Rinde der dichten Masse der Erde besteht, stets secundairer Formation: denn die primitiven Bestandtheile desselben sind meist nur aus den durch Verwitterung veränderten Theilen des Gesteins entstanden. Auch übt die äußere Form der dichten Erdmasse einen mächtigen Einfluß auf die Thätigkeit der

*) Reise in die vier vorzüglichsten Inseln der Meere von Afrika. Von Hrn. Bory de St. Vincent. Th. II. S. 274. 288. 394.

Atmosphäre, und sie bedingt in gewisser Rücksicht nicht selten die Verschiedenheit der klimatischen Verhältnisse. — Aus allem diesen geht hervor, wie die feste Grundlage des Fruchtbodens auf verschiedene Weise den mächtigsten Einfluß auf unsere Culturpflanzen habe, woraus dann folgt, daß geologische Kenntnisse nothwendig sind zum gründlichen Studium der Wissenschaften, welche sich mit dem Leben und Erziehen jener Pflanzen beschäftigen.

Obgleich das wissenschaftliche Studium des Ackerbaues in unsern Zeiten große Fortschritte gemacht hat, so bieten doch die Beziehungen der Beschaffenheit der dichten Erdrinde auf die Bildung und Eigenthümlichkeit des Fruchtbodens den Nachforschungen noch ein weites, unangebautes Feld dar. — Die Geologen haben bei ihren Forschungen die fruchttragende Erddecke bisher nur zu sehr vernachlässigt, und die, welche Ackerbau und Forstwesen wissenschaftlich bearbeiteten, haben gewöhnlich nur den für Vegetabilien geeigneten Boden einzig und allein, nicht aber auch das Fundament und die Entstehung desselben berücksichtigt. —

Den Weg zu bezeichnen, welchen wir, bei Untersuchung der Verhältnisse zwischen der dichten

Erdrinde und dem Fruchtboden einschlagen müssen, ist der Hauptzweck dieses Versuchs.

§. 1.

Nackte Felsen sind zum Anbau der Pflanzen nicht geeignet. Nur Lichenen, die ihre Hauptnahrung aus der Atmosphäre hernehmen, bedecken die Felsen; Laubmoose, welche das zu ihrem Leben nothwendige Wasser aus den Ritzen der Felsen absorbiren; Gräser, deren Wurzeln in den Spalten der Felsen die zu ihrer Existenz hinreichenden Erdtheilchen aufsuchen; Bäume und Sträucher verschiedener Art, treiben hier und dort, gleich starken stetig wirkenden lebendigen Keilen ihre Wurzeln in die weichern Stellen der Felsen und suchen sich so einen festen Stand und Schutz gegen den schädlichen Einfluß der Atmosphäre. Unfruchtbar ist also die Oberfläche unsers Erdballs, wo dem nackten Felsen die Decke vegetabilischer Erde (der Humus) mangelt. Weder lachende Wiesen, noch üppige Saaten, noch dichte Waldungen erblickt man an ihren Abhängen oder auf ihren Ebenen. Nicht Acker-, nicht Waldbau, selbst nicht Viehzucht kann in durchaus felsigen Gegenden blühen, weshalb

auch steile Berge sich dem Ackerbau weigern. — In hügeligen und ebenen Gegenden sind die nackten Felsen weit seltener, als das ungünstige Verhältniß der lockern Erde, die Ursache der Unfruchtbarkeit. Man findet auch felsige, nicht sehr hohe, von aller fruchtbaren Erde entblößte Gegenden, deren Unfruchtbarkeit aber vorzüglich dem vulkanischen Ursprunge zuzuschreiben ist. Island gibt in dieser Beziehung merkwürdige Beispiele. In manchen Theilen von Schweden, z. B. Westgothland, vorzüglich in Bahusian, habe ich viele hügelige Gegenden gefunden, in welchen man bedeutend ausgedehnte Gneiß- und Granitfelsen sieht, ohne alle Vegetation, Lichenen ausgenommen. In denselben Provinzen habe ich Wiesen und Saatfelder gefunden, die an verschiedenen Stellen durch Felsen unterbrochen wurden, welche kaum über die Ackeroberfläche hervorragten, wodurch ihr Werth bedeutend verringert, die Bearbeitung hingegen bedeutend erschwert wurde.

§. 2.

Da das nackte Gestein der Vegetation so nachtheilig ist, so muß auch die Entfernung, in welcher

die Felsen unter dem Ackerboden streichen, von der größten Wichtigkeit seyn. In den Ebenen des nördlichen Deutschlands z. B. ist die Tiefe, in welcher man auf den Felsgrund stößt, so groß, daß man bis jetzt auf keine Weise solchen finden konnte, da hingegen in andern Gegenden, vorzüglich bergigen, die Pflanzenwurzeln nicht selten die Oberfläche des Felsgrundes erreichen. Zwischen diesen beiden Extremen gibt es aber unzählige Modificationen. — Der Einfluß, welchen die Tiefe, in welcher, von der Oberfläche des Ackerbodens an gerechnet, der Felsgrund vorkommt, kann sowohl direct als indirect mannichfach modificirt seyn, und nicht nur in Beziehung auf die Gesteinart, aus welcher die Felsen bestehen, sondern auch in Beziehung auf die verschiedenen Pflanzenarten.

§. 3.

Der directe Einfluß der dichten Rinde unseres Erdballs auf die Cultur der Pflanzen ist darin begründet, daß sie die Ausbreitung der Wurzeln hindert und das Volumen der den Pflanzen zu ihrer Erhaltung nothwendigen Fruchterde vermindert. — Da die Länge und Richtung der

Pflanzenwurzeln höchst verschieden ist, so muß auch jener directe Einfluß auf dieselben verschieden, und das flächere Streichen der Felsen unter dem Fruchtboden überhaupt um so weniger schädlich seyn, als weniger lang die Wurzeln sind und als weniger senkrecht sie in den Boden eindringen. Hieraus erhellt, daß die kleinen und zarten Grasarten und Futterkräuter in sehr flachem Boden gedeihen können, in welchem unsere größeren Getreidearten und Futterkräuter mit tiefgehenden Wurzeln nicht wachsen, daß Sträucher und Bäume mit langen Pfahlwurzeln da absterben, wo andere Bäume mit mehr horizontal gehenden Wurzeln fröhlich vegetiren. Beobachtungen in der Land- und Forstwirthschaft bestätigen das Gesagte.

Gebirgige Gegenden von solcher Höhe, daß in ihnen, rücksichtlich des Klimas, gar wohl Getreide wachsen könnte, sind doch zum Anbau desselben, wegen der geringen Tiefe des Fruchtbodens, nicht geeignet, und sie tragen nichts als Gräser und Futterkräuter, unter welchen aber, auch in dieser Beziehung, ein mächtiger Unterschied stattfindet. Der weiße Bergklee (Trifolium montanum L.) z. B. gedeiht auf felsigen Höhen, auf welchen un-

ser Wiesenklee (Trifolium pratense L.) nicht fortkommt. Die Esparsette (Hedysarum Onobrychier L.) gedeiht vortrefflich an den sonnigen Abhängen unserer Kalkberge, wo die Lucerne (Medicago sativa L.) nur kümmerlich wächst. Die Erfahrungen, welche man über den Anbau des letztgenannten vortrefflichen Futterkrautes in einigen unserer gebirgigen, vorzüglich aus Kalkstein bestehenden Gegenden gemacht hat, sind wenig erfreulich, indem solchen zufolge die Pflanzen nach wenigen Jahren schon wieder absterben, wogegen sie auf ihnen günstigen Stellen, auf welchen ihre sehr langen Wurzeln einen tiefen, lockern Ackerboden finden, eine lange Reihe von Jahren hindurch zu dauern pflegen.

Die geringe Tiefe des Fruchtbodens über dem Gesteine scheint auch die vorzüglichste Ursache zu seyn, warum die Rothbuche (Fagus sylvatica L.) in unsern Kalkgebirgen besser wächst, als die Eiche, wohingegen letztere auf Bergen, in welchen der Sandstein vorherrscht, wie in unserm Sollinger- und Reichards-Walde, auf dem linken Weserufer, wo tiefe Schichten lockerer Erde vorkommen, ihre geeigneten Stellen findet. Etwas Ähnliches scheint

die Ursache zu seyn, daß die Rothbuche in unsern felsigen Gegenden, z. B. auf dem Harze, an bedeutend hohen Stellen, vorzüglich an den gegen Mittag gelegenen Thalwänden wächst, während die Eiche dort gar nicht vorkommt, die ich doch in den mittleren Provinzen von Schweden und Norwegen gefunden habe, wo hinwieder die Buche sich nur in den südlichen Gegenden findet. Die Weißtanne (Pinus picea L.) und die Föhre (Pinus sylvestris L.) wächst gleichfalls aus Mangel an Erde nicht auf dem Harze, während die Rothtanne (Pinus abies L.) mit ihren horizontalgehenden Wurzeln in der wenigen Erde, welche den grauen schiefrigen Felsen bedeckt, fröhlich vegetirt, obgleich hier ihr hoher Stamm nicht hinlänglich gegen die Sturmwinde geschützt ist. In einigen Gegenden des Thüringerwaldes, so wie im Schwarzwalde, wo in der Regel eine tiefere Erdschicht ist, als auf dem Harze, gedeiht die Weißtanne (Pinus picea L.) vortrefflich. Die Föhre (Pinus sylvestris L.), die in passendem tiefem Boden eine beträchtliche Höhe erreicht, ist auf felsigen Bergen, wo die Wurzeln auf das Gestein treffen, klein, unförmlich, verliert den Charakter des Baumes und nimmt den des

Strauches an. Sie treibt hier statt des Stammes mehre, ja sogar oft kriechende Aeste. In mehren Alpengegenden, so wie auf dem Harze, unweit dem Eisenwerke, das Elend genannt, habe ich dieselbe Abnormität gefunden.

§. 4.

Die verschiedene Beschaffenheit des Gesteins, vorzüglich dessen eigenthümliche Structur und Festigkeit, ist also nach obigem sehr wichtig: denn das Gestein muß den Pflanzenwurzeln in einem um so größern Grade schädlich seyn, je dichter dessen Structur und je härter es ist. So z. B. können die Wurzeln in Schieferfelsen viel leichter eindringen als in Felsen von körnigen, krystallisirten Gesteinarten. Der reine Quarz widersteht den Wurzeln am mehrsten, viel weniger der Sandstein. Der Kalkstein ist, wegen seiner wenigen Spalten, der Vegetation viel ungünstiger, als der Mergel, dessen Masse in allen Richtungen zerrissen zu seyn pflegt.

§. 5.

Auch die Richtung und Neigung der Schichten ist in dieser Beziehung zu berücksichtigen. —

Je mehr die Hauptspaltungen der Schichten, durch ihre Richtungen und Neigungen, dem Wurzelgange der Pflanzen entsprechen, um so weniger wird auch der Felsen der Vegetation hinderlich seyn; daher sind die wagerechten Schichten des Gesteins viel weniger günstig, als die senkrechten. Bei einer Neigung der Schichten, welche zwischen der horizontalen und der senkrechten ein gewisses Mittel hält, ist die Seite, welche den Wurzeln der Pflanzen die größte Oberfläche der Schichten entgegenstellt, der Vegetation ungünstiger, als die, auf welcher die Hauptspaltungen der Schichten befindlich sind. Thatsachen dieser Art, von welchen wir noch mehr an einem andern Orte sagen werden, lassen sich oft in Gebirgen, auf den beiden Hauptneigungen derselben, beobachten, wo der Stand der Pflanzen, vorzüglich der Waldungen, auf dem einen Abhange besser ist als auf dem andern.

§. 6.

Auch indirect kann die Oberfläche der starren Erdrinde auf den Pflanzenbau einwirken.

Vor allen andern verdient hier die verschiedene Neigung derselben beachtet zu werden, denn von

dieser hängt es vorzüglich ab, ob die lockere Erde hinsichtlich der Quantität beständig oder unbeständig ist, und durch sie wird daher auch die Möglichkeit des Pflanzenbaues bedingt.

Die horizontale Lage der Oberfläche des Gesteins ist der dauernd-gleichen Quantität der fruchtbaren Erde auf ihr vorzüglich günstig; je größer der Neigungswinkel des Gesteins, um so größer die Gefahr des Verlustes der lockern Erde. In sehr geneigter Ebene, in welcher der Schwerpunct nicht gehörig unterstützt ist, kann schon dieses allein den Verlust der tragbaren Erde zur Folge haben; in weniger geneigten Ebenen führt das Wasser diesen Verlust herbei, und zwar um so mehr, je größer der Neigungswinkel, oder was gleichviel ist, je abhängiger die Ebene ist. In beiden Fällen kann jedoch die Beschaffenheit der Erde die Nachtheile der Verminderung derselben modificiren: denn nicht nur ihre Festigkeit ist verschieden, sondern auch ihr Widerstand gegen das Wasser, welcher durch die Größe der Massentheile, durch Form, Cohäsion und Adhäsion an das Gestein begründet wird. So wird z. B. Sand leichter hinweggespült, als Mergel, und dieser leichter, als Thon.

Wie aber auch die Beschaffenheit der Erde seyn mag, so ist schon eine kleine Neigung hinreichend, um die lockere Erde von den Felsen hinwegzuspülen. Die Neigung der mit Erde und Pflanzen bedeckten Bergabhänge ist in der That viel geringer, als wir sie gewöhnlich nach dem Augenmaße zu beurtheilen pflegen. Der berühmte Humboldt hat uns in dieser Hinsicht Beobachtungen mitgetheilt *). Nach seinen Messungen scheint uns ein Abhang von 15 Graden schon sehr abschüssig, und ein solcher von 37 Graden schon so steil, daß, wenn er mit dichtem Rasen bewachsen wäre, er kaum erstiegen werden könnte. Ich selbst habe in der Schweiz mehre Untersuchungen dieser Art angestellt und gefunden, daß die Neigung der Alpenwiesen selten einen Winkel von 10 oder 15 Graden übersteigt, und daß eine Neigung von 20 Graden schon zu abschüssig ist. Bei einer Neigung von 40 Graden habe ich zwar oft noch beraste Felsen gesehen, allein unter einer größern Neigung pflegen dieselben von Erde und Pflanzen

*) Reise in die Äquatorialgegenden des neuen Continents. I. 224.

vollkommen entblößt zu seyn. Auf dem Oberharze ist die gewöhnliche Neigung der Bergabhänge 25 Grad, und sie pflegt nicht 35 Grad zu übersteigen, unter welcher Neigung noch Buchen und Rothtannen wachsen. Die steilsten Abhänge, an welchen man noch Wiesen findet, haben eine Neigumg von 30 Grad.

Die Wurzeln der Pflanzen, besonders die der Gräser, Sträucher und Bäume, tragen zum Schutze der lockern Erde auf den Felsenabhängen sehr viel bei. Man verhüte daher, daß die mit Rasen und Waldungen bewachsenen Bergabhänge, behufs des Ackerbaues, urbar gemacht, d. h. die Rasen abgeschält und die Waldungen ausgerodet werden. In Norwegen, bei Röraas, habe ich Berge gesehen, welche ehemals mit Waldungen besetzt waren, jetzt aber ohne die geringste Vegetation sind, weil keine Pflanze, des Mangels an Erde wegen, mehr Wurzel schlagen kann. Dieselbe traurige Erfahrung habe ich in mehren Alpengegenden gemacht, wo breite Bergrücken, sonst mit Waldungen besetzt, jetzt, wegen der länger stattgehabten unregelmäßigen Nutzung der Waldungen, die nackten Felsen zur Schau tragen. In gebirgigen,

2 *

sehr abhängigen Gegenden ist aus dieser Ursache Viehzucht und Waldbau dem Getreidebaue vorzuziehen. Vor nicht vielen Jahren sah' ich, nicht ohne Besorgniß, daß auf dem Harze, bei Andreasberg, der Ackerbau den schönen Rasen zu verdrängen drohte, welches Unternehmen aber, der obwaltenden Gefahr und Arbeit wegen, sehr bald wieder von den Bewohnern jener Gebirgsstadt eingestellt wurde. — Wie in Frankreich die größte Neigung der Landstraßen durch ein Gesetz bestimmt worden ist, daß sie den Winkel von 4 Graden 46 Minuten nicht übersteigen darf, so würde in manchen Gebirgsgegenden eine gesetzliche Bestimmung der größten Neigung, welche die zum Ackerbau bestimmten Bergabhänge haben dürften, gewiß zweckmäßig seyn.

§. 7.

Die Neigung der Oberfläche unsers dichten Erdkörpers ist nach der Eigenthümlichkeit der Gebirgsart höchst verschieden: die eine neigt sich mehr zur Bildung der Felsen, die andere mehr zur Bildung sanft steigender Anhöhen. So bildet z. B. der Quarz und der Porphyr in der Regel Fel-

sen ohne alle Vegetation, dahingegen Granit-, Schiefer- und Sand-Gebirge sich in der Regel zum Acker- und Waldbau eignen. Im nördlichen Theile des Harzes sind die Quarzfelsen ohne Vegetation, die Schieferberge dagegen mit Waldung bewachsen. In den fruchtbarsten Gegenden des mittägigen Norwegens sind auf Kalk und Schiefer Porphyrberge mit hohen und schroffen Felswänden gelagert. Im südlichen Tyrol machen die unfruchtbaren Porphyrberge gegen die benachbarten, mit Weinreben-, Wallnuß- und Kastanienbäumen besetzten Kalkberge einen seltsamen Contrast *).

§. 8.

Die Oberfläche der festen Erdrinde hat auch insofern indirecten Einfluß auf den Anbau der Pflanzen, daß das der lockern Erde aus der Atmosphäre zugetheilte Wasser ihr vom Gestein entweder aufbewahrt oder entzogen wird. Die verschiedenen Gesteinarten verhalten sich in dieser Beziehung, theils ihren Bestandtheilen, theils ihrer

*) v. Buch geognostische Beobachtungen auf Reisen durch Deutschland und Italien. I. S. 260. 262.

Structur nach, sehr verschieden. — Die Massen- theile der Felsen leiten das Wasser auf verschiedene Weise herbei und in verschiedenen Graden; denn es wird von ihnen nicht nur mit verschiedener Schnelligkeit angezogen, sondern auch in verschiedener Quantität eingesogen. Der letztere Unterschied ist in den verschiedenen Bestandtheilen, vorzüglich aber in der Porosität, der erstere hingegen mehr in der Anhäufung des Gesteins begründet. Diejenigen Gesteinarten, deren Hauptbestandtheil die Kieselerde ist, ziehen das Wasser weniger an; die hingegen, in denen der Thon vorherrscht, am stärksten, und die, in welchen die Kalkerde prädominirt, scheinen hier das Mittel zwischen jenen beiden zu halten; die dichten kernigen, krystallisirten Gesteinarten wiederum in geringerem Grade und weniger schnell, als die schieferartigen und zusammengebackenen; die verwitterten mehr, als die in ihrer Integrität noch bestehenden. Dieses verschiedene Verhalten ist schon durch die Versuche des berühmten Johann Leslie bestätigt worden *).

Die Beschaffenheit der Felsen wirkt, in Rück-

*) Gilberts Annalen der Physik, XII. S. 114.

sicht der Anziehung des Wassers, sehr verschieden auf die Feuchtigkeit der lockern Erde ein: denn bald kann durch die Attraction des Wassers dieser die Feuchtigkeit genommen, bald gegeben werden. Ein Theil der Feuchtigkeit, welche der lockern Erde aus der Atmosphäre zugeführt wird, geht in die Masse des Gesteins über, wird aber durch den, welcher wieder verdunstet, ersetzt. Letzteres ist die Ursache, warum die Fruchterde, welche auf Felsen gelagert ist, deren Gesteinart das Wasser in geringem Grade anzieht, leichter austrocknet, als die, deren Unterlage das Wasser in bedeutendem Grade aufnimmt und anhält.

§. 9.

Es ist wahrscheinlich, daß auch die Structur der Felsen einen bedeutenden und nicht weniger verschiedenen Einfluß auf die Feuchtigkeit der sie bedeckenden Erde habe. Harte Gesteinarten, welche nicht viel senkrechte und tiefeindringende Spaltungen haben, bewahren der auf sie gelagerten Erde das Wasser; säulenförmige, schieferartige, mit nicht horizontaler Schichtung oder auch mit senkrechten Spaltungen versehene Felsen hingegen führen das

Wasser, aus der über ihnen liegenden Erde, an tiefer gelegene Orte, an welchen es oft unter der Gestalt von Quellen wieder erscheint. Hieraus ist zum Theil die große Verschiedenheit zu erklären, welche hinsichtlich der Feuchtigkeit der über dem harten Granit und der über dem vielfach gespaltenen Kalkstein gelagerten Erde stattfindet. Auf den Granitgebirgen kommen nicht selten Seen vor, wohingegen den Kalkgebirgen in der Regel eine große Trockenheit eigen ist; die Ursache davon muß man zum Theil in dem vorhin Angeführten suchen. Columella bemerkt schon, daß Gesteinarten, welche Kieselerde enthalten, der auf ihnen gelagerten Erde die Feuchtigkeit erhalten *); welche Bemerkung Palladius wiederholt **). Auf dem das Wasser nicht haltenden Quarz findet man nicht selten, wie auf dem Granit, Seen, wovon man auf dem Bruchberge und Acker im Harze, so wie auch in Skandinaviens hohen Bergflächen, Kölen genannt, Beispiele sehen kann. — Der Porphyr hingegen, mit seinen abgesonderten Stücken, so

*) Von der Landwirthschaft. Buch III. Capitel XI. 8.

**) Von der Landwirthschaft. Buch II. Tit. XIII. 3.

wie der säulenförmige Basalt, lassen das atmosphärische Wasser hindurch, und in letzteren senkt es sich durch die senkrechten Spaltungen bis auf eine das Wasser nicht durchlassende Schicht, wo es alsdann an Stellen, wo der Basalt Risse und Spaltungen hat, als Quelle wieder zu Tage kommt.

§. 10.

Das Vermögen verschiedener Gesteinarten, der auf sie gelagerten Erde die Feuchtigkeit zu erhalten oder zu mindern, wirkt nach der Beschaffenheit der Erde, nach deren Bestandtheilen und Tiefe, sehr verschieden auf die Vegetation ein. Vorzüglich ist die wasserhaltende Kraft der Gesteinarten da zu berücksichtigen, wo die Fruchterde größtentheils aus Sand besteht, durch welchen das Wasser hindurchsickert, wenn es nicht durch undurchlassende Erdschichten oder dichte Felsen zurückgehalten wird. Die Ursache von der Unfruchtbarkeit der Sandebenen im nördlichen Deutschland, so wie der Sandwüsten von Afrika, liegt nicht allein im Sande, sondern vorzüglich darin, daß die das Wasser zurückhaltende Schicht zu tief unter dem Ackerboden gelagert ist. Derselbe Sand, auf Felsen gelagert,

die aus dichten Sandsteinmassen bestehen, ist weit weniger unfruchtbar, als in jenen Ebenen, denn jene Massen lassen das Wasser nicht hindurch. Es ist durch Versuche hinlänglich bewiesen, daß die Pflanzen in vollkommen reinem Sande wachsen, wenn ihnen nur das nothwendige Wasser gereicht wird.

Ganz entgegengesetzt ist der Einfluß der dem Wasser widerstehenden Gesteinarten auf die die Feuchtigkeit zurückhaltenden Bodenarten, wie z. B. den Thonboden. Hier nimmt die Feuchtigkeit des Bodens überhand, und in diesem Falle kann eine das Wasser ableitende Unterlage von großem Nutzen seyn.

§. 11.

Die verschiedenen Eigenthümlichkeiten der Gesteinarten können auch hinsichtlich des Wärmeleitungsvermögens einen indirecten Einfluß auf die Vegetation unserer Culturpflanzen haben. Die Wärme, welche der Erde entweder durch die Sonnenstrahlen zugeführt, oder die durch chemische Processe in ihr selbst erzeugt wird, dringt bis zur felsigen Unterlage und wird von dieser bald mehr

bald weniger, bald in längerer bald in kürzerer Zeit abgeleitet. Schon Columella hat beobachtet, daß oberhalb liegendes Gestein sowohl Weinstöcke als Bäume gefährdet, während sie durch Gestein im Grunde an Kälte leiden *). Die der Erde mitgetheilte Wärme hält um so kürzere Zeit an, als ein um so besserer Wärmeleiter die felsige Unterlage ist. Die dichten krystallinischen Gesteinarten haben wahrscheinlich ein größeres Wärmeleitungsvermögen, als die mehr lockern; die Kieselerdehaltigen ein größeres, als die, welche Thon und Kalkerde zu ihren Bestandtheilen haben. Der Einfluß eines felsigen Untergrundes muß daher in dieser Beziehung um so größer seyn, um so flacher der Ackerboden ist; aus diesem Grunde ist daher der Erfolg, welchen das Wärmeleitungsvermögen auf die Vegetation hat, da vorzüglich auffallend, wo die Wurzeln der Pflanzen auf die Gesteinmasse stoßen, wie dieses z. B. nicht selten in Weinbergen der Fall ist. Der Weinstock gedeiht oft an Bergabhängen vortrefflich, an welchen er zwischen Stein-

*) Columella Buch von den Bäumen, Cap. III. 7. — Dessen Buch von der Landwirthschaft, III. Cap. XI. 8. — Palladius Buch II. 13.

gerölle und Felsentrümmern seine Wurzeln schlägt. Die Erfahrung lehrt, daß die Eigenthümlichkeit der Gesteinart, aus welcher der Weinberg besteht, auf die Qualität des Weines Einfluß hat. Albert der Große bemerkt schon, daß der Weinstock in einem Boden, der mit Stücken schwarzen Dachschiefers gemengt sey, vortrefflich gedeihe *); der berühmte Humboldt hat beobachtet, daß der Weinstock, welcher an den Bergen des Rheinthals, die aus schwarzem Thonschiefer bestehen, wächst, den vortrefflichsten Wein giebt **). Auch am Vorgebirge der guten Hoffnung wächst und gedeiht, nach den mir von meinem Freunde Hesse gemachten Mittheilungen, der Wein auf einem Boden vortrefflich, der aus Thonschiefer entstanden und mit Stücken von demselben gemengt ist. Es ist wahrscheinlich, daß der Schiefer, vermöge seines schlechten Wärmeleitungsvermögens und seiner dunkeln Farbe, durch welche der Lichtstoff der Sonnen-

---

*) Von den Pflanzen. Buch VII. Cap. IV. Alberts des Großen Werk (Leyden 1651). V. Th. S. 506.

**) Mineralogische Beobachtungen über einige Basalte am Rhein. 1790. S. 81.

strahlen eingesogen, der Wärmestoff aber frei gemacht wird, die freie Wärme im Boden bedeutend vermehrt.

§. 12.

Bisher haben wir nur von dem nächsten Einflusse der Gesteine auf unsere Culturpflanzen gesprochen; aber es ist nicht zu läugnen, daß ihr entfernterer, insofern die tragbare Erde aus ihnen entsteht, und die Eigenthümlichkeit derselben größtentheils von ihnen abhängt, noch bei weitem wichtiger ist. Die die Oberfläche unserer Erdrinde bildenden Gesteinarten geben die Hauptbestandtheile unsers tragbaren Bodens her. Obgleich auch andere aus dem Thier- und Pflanzenreiche herrührende Stoffe zur Ernährung der Pflanzen nothwendig sind, so können dieselben doch der ursprünglich anorganischen Bestandtheile nicht entbehren, indem diese theils zur Befestigung der Wurzeln, theils zur Aufnahme und Aufbewahrung, ja selbst zur Bearbeitung der Pflanzennahrungsmittel nothwendig sind. Nach genauen Beobachtungen können gewisse anorganische Stoffe auf die Zersetzung thierischer und vegetabilischer Substanzen einwirken.

Diese Wirkung ist aber, nach der Masse und nach der verschiedenen chemischen Beschaffenheit der anorganischen Stoffe, sehr verschieden, wovon nun eben die Eigenthümlichkeit der Gesteinart, aus welcher der Boden entstand, die letzte Ursache ist.

§. 13.

Nach der Art, wie die ackerbare Erde entstanden ist, müssen wir zwei Gattungen derselben unterscheiden: denn entweder ist sie nah an dem Orte, wo sie aus der unter ihr liegenden Gesteinart gebildet wurde, oder sie ist an den Ort, wo sie sich jetzt befindet, durch gewisse Kräfte, vorzüglich durch das Wasser, hingeführt. Zu der ersten Gattung gehört größtentheils die Erde, welche in gebirgigen Gegenden die Gipfel und Abhänge der Berge bedeckt; zu der andern die Erde, welche in den Thälern vorkommt, so wie der größte Theil derjenigen, welche man in hügeligen, ebenen Gegenden findet. Die an ihrem Entstehungsorte befindliche tragbare Erde pflegt, hinsichtlich der Mächtigkeit, von der hinweggeführten dergestalt übertroffen zu werden, daß man bei ihr sehr oft die die Grundlage bildende Gesteinart nicht mehr zu

erreichen vermag. Die ackerbare Erde der ersten Gattung ist hinsichtlich ihrer nächsten Bestandtheile der Gesteinart, aus welcher sie entstanden ist, bald mehr, bald weniger ähnlich; die Bestandtheile der letztern Gattung aber sind, ob sie gleich anfänglich mit einander verbunden waren, durch die Kräfte, durch welche sie fortgerissen wurden, auf mannichfache Weise getrennt und zerstreut.

Die Quantität und Qualität der aus der Zerstörung der Gesteinarten direct entstandenen ackerbaren Erde hängt vorzüglich von der Natur der Gesteinart ab. Die eigenthümlichen Bestandtheile der letztern bestimmen die Qualität; der größere oder geringere Widerstand aber, welchen die Gesteinart der zerstörenden Kraft entgegenstellte, die Quantität.

§. 14.

Die Zerstörung der Felsen und ihre Umwandlung in lockere, ackerbare Erde geschieht theils auf mechanischem, theils auf chemischem Wege. Die vorzüglichsten mechanisch wirkenden Kräfte sind:

1) die Schwere der abgesonderten Theile;

2) das Wasser, nicht allein in seinem tropfbar-

flüssigen, beweglichen Zustande, sondern auch, und vorzüglich, in dem des Eises;

3) die Wurzeln der Pflanzen, und vorzüglich die der Bäume.

Diese Kräfte pflegen nicht einzeln, sondern bald mehr, bald weniger vereinigt zu wirken, und vermögen so eine fast unglaubliche Wirkung hervorzubringen. „Siehst du nicht," möcht' ich mit Lucrez *) ausrufen, „daß die Zeit auch Steine besieget?

Thürme stürzen dahin, der erhabene Felsen verwittert;
— — — — — — — — — — —
Felsen reißen sich los und stürzen von Höhen der Berge,
Unvermögend die Last des drückenden Alters zu tragen,
Welches sein Ziel erreicht."

(nach v. Knebel.)

Die Lösung der Felsen beginnt da, wo ihre Theile am wenigsten innig verbunden sind. Die deutliche Absonderung der Theile, durch die ungleiche Attraction, mit welcher sich die heterogenen Massentheile anziehen, hervorgebracht, zeichnen den Kräften, welche der Cohäsion widerstreiten, den

*) Von der Natur der Dinge. V. V. 307—315.

Weg vor. So ist in der Bildung der Felsen selbst der erste Hebel zu ihrer Zerstörung gegeben.

Das durch die Haarröhrchenkraft in die kleinsten Ritzen der Felsen eingedrungene Wasser wird beim Gefrieren ausgedehnt, öffnet Spalten und vernichtet die Cohäsion der Massentheile. Einen ähnlichen Effect bringen die Wurzeln der Bäume, nach Art der Keile, auf eine bewunderungswürdige Weise hervor, welches Annäus Seneca, in seinen Betrachtungen über die Natur *), vortrefflich dargestellt hat. „Betrachten wir," sagt er, „die unglaublich große Gewalt, welche die kleinsten Saamenkörner im Verborgenen ausüben; ihrer Zartheit ungeachtet können sie kaum ein Plätzchen in den Steinfugen finden und wachsen dennoch dergestalt an, daß sie die größten Steinmassen sprengen, Klippen und Felsen die zartesten und dünnsten Wurzeln." — Die durch jene Kräfte abgelösten Theile der Felsen werden durch die Fluth des Wassers und durch Hülfe der Winde in höher gelegene Gegenden zerstreut und mehr oder weniger verbreitet. An den Felsen und Klippen, welche

*) Lib. II. cap. 6.

auf diese Weise durch Trennung größerer Felsmassen entstanden, verlieren oft die getrennten Stücke ihre Festigkeit und stürzen herab, welches Seneca an einem andern Orte *) vortrefflich beschreibt. „Es ist nicht sowohl anzunehmen,“ sagt er, „daß Felsen durch ihr eigenes Gewicht losgerissen werden, als daß, wenn Flüsse über sie hinströmen, die beständige Feuchtigkeit den Zusammenhang des Steines schwächt, ihn täglich mehr trennt und gleichsam die Haut, welche ihn zusammenhielt, zernagt. Endlich wird das Gestein durch diese, Jahrtausende hindurch beständige Ablösung so geschwächt, daß es nicht mehr vermag die Last zusammenzuhalten. Dann stürzen Steinmassen von ungeheurem Gewicht; daher der herabgetrümmerte Felsen, denn was ihn bisher stützte, vermag nicht länger als Stütze zu bestehen.“

Bei gewissen Steinarten, besonders bei den thonigen, ist die Cohäsion so geringe und ihre Porosität so bedeutend, daß selbst ihre kleinsten Theile Wasser einsaugen und durch dasselbe nach

---

*) Betrachtungen über die Natur (Natur. quaest.). Lib. VI. cap. 22.

und nach erweicht werden, wodurch auch das Gefrieren des Wassers sehr befördert wird. Diese mechanische Umwandlung erleiden verschiedene Varietäten unsres gemeinen Thones, der Thonschiefer und andere bekannte Fossilien.

§. 15.

Mechanische und chemische Kräfte wirken bei Zerstörung des Gesteins in der Regel gemeinschaftlich. Was die mechanischen Kräfte angefangen haben, beendigen nicht selten die chemischen. Jene den Aggregatzustand der Gesteinarten ändernden Kräfte vermögen dieselben, ihrer verschiedenen Natur nach, nur in Massentheile von gewisser Größe zu zerlegen; diese hingegen verändern die Substanz, heben die Verbindung der kleinsten Theile der Gesteinarten auf und vernichten ihre ursprüngliche Form. Die der chemischen Auflösung vorhergehende mechanische Verkleinerung befördert die erste auf eine bedeutende Weise. Letztere wirkt allgemein: denn alle Gesteinarten sind ihr unterworfen; der erstern aber, der chemischen Kraft, unterliegen nur gewisse Gesteinarten, und von diesen selbst nicht alle, sondern nur einige Bestandtheile.

Die Verwandlung der Gesteine auf chemischem Wege wird vorzüglich durch das Oxygen der atmosphärischen Luft und des Wassers herbeigeführt. Aber ich bin auch überzeugt, daß gewisse Kryptogamen, mit welchen in der Regel die Felsen überzogen sind, die Lichenen nämlich, zu der Zerstörung der Felsen das Ihrige beitragen.

§. 16.

Das Oxygen der Luft und des Wassers wirkt vorzüglich auf diejenigen Bestandtheile des Gesteins, welche mit denselben die größte chemische Verwandtschaft haben, wie z. B. auf die Eisen- und Schwefelverbindungen in den Kiesen, auf das oxydulirte Eisen, oxydulirte Mangan, wenn diese mit Erdarten oder mit Kohlensäure verbunden sind, oder Kohle und Bitumen enthalten. Die in den verschiedenen Gesteinen vorkommenden Kiese, in welchen durch die chemische Auflösung das Eisen in Eisen-Oxyd-Hydrat umgewandelt wird, zerstören bisweilen die festesten und dichtesten Massen vollkommen, z. B. den Grünstein, was andern, als chemischen Kräften, nicht wohl zu bewirken möglich wäre. In gewissen andern Gesteinen,

welche auch leicht durch mechanische Kräfte zerstört werden, z. B. dem Thonschiefer, wird die Lösung der Theile durch Zersetzung der Kiese sehr beschleunigt. Das oxydulirte Eisen des Feldspathes pflegt bei dessen Zerstörung in Eisen-Hydrat oder Ocker verwandelt zu werden. Das kohlensaure Eisen, wie das kohlensaure Manganoxydul, welche bisweilen in Gesteinarten, z. B. dem Kalke, gefunden wird, verliert durch die Oxydation der Basis die Kohlensäure. Kohle und Bitumen, welches in mehren Gesteinarten, wie z. B. in den Kalk- und Thon haltenden bisweilen vorkommt, verschwindet unter dem Zutritte der Luft, wodurch das Mineral seine vorher dunkle Farbe verliert und locker wird.

Auf die Zerstörung mancher Steinarten wirkt auch das Wasser chemisch ein: denn es löst theils als reines Wasser, theils als mit Kohlensäure verbunden, die Bestandtheile auf, wie dieses vorzüglich beim Gypse und Kalke der Fall ist.

An einigen Fossilien, wie z. B. am Feldspathe, wird, wenn sie mit der Luft und dem Wasser in Berührung kommen, sehr oft eine Auflösung der Bestandtheile beobachtet, deren nächste Ursache man bis jetzt noch nicht erforscht hat. Die Masse wird

gelöst, die blätterige Structur nimmt eine erdige Beschaffenheit an, das im Feldspathe enthaltene Kali wird vom Wasser hinweggenommen, und es entsteht dasjenige Fossil, welches die Chinesen Kaolin nennen, und welches zu der Fabrication des Porcellans ganz vorzüglich geeignet ist. In manchen Gegenden kommt Granit und Gneiß vor, dessen Feldspath auf diese Weise, durch die ganze Masse, so weit man sie beobachten kann, zersetzt ist, was hinsichtlich der Bildung der tragbaren Erde von der größten Wichtigkeit ist.

§. 17.

Die lichenartigen Gewächse, welche die Felsen bedecken und hier, wo keine andere vollkommnere Pflanzenbildung zu wachsen vermag, am besten gedeihen, scheinen bald direct, bald indirect auf die Zerstörung der Felsen chemisch einzuwirken. Das Wasser aus der Luft absorbirend und nach Art der Schwämme dasselbe aufbewahrend, verursachen sie eine beständige Nässe auf den Felsen, wodurch sie indirect zu der Zerstörung des Gesteins nicht wenig beitragen. Es giebt aber auch gewisse kryptogamische Gewächse, welche gewisse Bestandtheile

des Gesteins, auf welchem sie vegetiren, aufzehren, wodurch sie die Oberfläche desselben angreifen und die Cohäsion der Massentheile vernichten, was man vorzüglich an einigen auf Kalksteinen vegetirenden Kryptogamen beobachten kann. Auf diese Weise bereitet die eine Pflanze der andern den Standort; Pflanzen auf der niedern Stufe der Ausbildung eröffnen denen der höhern Stufe die Bahn zum Leben.

§. 18.

Dieses vorausgeschickt, wollen wir nun die verschiedenen Gesteinarten, in Beziehung auf die Bildung des Fruchtbodens, in solcher Ordnung durchgehen, daß wir mit denen anfangen, welche der Zerstörung am meisten widerstehen, und von diesen zu denen übergehen, welche bei der Bildung der Fruchterde von größerer Bedeutung sind.

In die erste Classe gehören diejenigen, deren Hauptmassen keine Zerstörung auf chemischem Wege erleiden und deren Theile eine so große Cohäsion gegen einander haben, daß die mechanischen Kräfte die natürlichen Risse nur erweitern und dadurch die Felsen in Stücken trennen können. Zu dieser Classe

gehören die schlackigen Laven, der reine und dichte Quarz, der Kieselschiefer und der Quarzporphyr. In Bergen, welche aus diesen Gesteinarten bestehen, findet man sehr wenige, ja oft gar keine Fruchterde. Sie pflegen unfruchtbare Steinrücken und Klippen zu haben, an deren Füßen man eine sehr große Masse von scharfen Steinfragmenten findet, deren scharfe Kanten und Ecken der Zeit seit vielen Jahren trotzten. Auf den Gipfeln solcher Berge findet man außer Laubmoosen, welche oft die Zwischenräume der Steinfragmente bedecken, selten einige Gräser oder einzeln stehende Bäume und Sträucher. Die vulcanischen schlackigen Producte aller Gesteinarten widerstehen der Verwitterung und Umwandlung in Erde am meisten. Ihr schwarzer Strom, von unglaublicher Unfruchtbarkeit, erstreckt sich von der Höhe der Gebirge bis zu dem Fuße derselben, und kaum finden Laubmoose das zu ihrem Wachsthume nothwendige Wasser in den Rissen.

§. 19.

In die zweite Classe gehört der dichte Kalkstein, welcher zu der auf der Oberfläche der Erde

am meisten verbreiteten Gesteinart zu zählen ist. Seine Bestandtheile werden weder vom Wasser noch von der atmosphärischen Luft angegriffen; aber da seine Theile weniger Cohäsion haben und in einem bedeutendern Grade von einander getrennt sind, als jene Gesteinarten der ersten Classe, so werden sie auch leichter von mechanischen Kräften getrennt und gelöst. In Gegenden, deren Unterlage Kalk ist, kommt nur eine flache Schicht Erde und viel Steingerölle vor. Da die Erde, welche aus der Verwitterung des Kalksteins entstanden ist, viel Kalk enthält, so kann sie weder der Vegetation überhaupt, noch dem größten Theil unsrer Culturpflanzen günstig seyn. Boden dieser Art ist sehr hitzig und steinig; es läßt sich daraus erklären, warum Gegenden, wo der reine kohlensaure Kalk vorherrscht, sehr oft unfruchtbar sind. Ganz anders ist dieses aber, wo der Kalkstein thonige Bestandtheile enthält; aus solchen kann ein sehr fruchtbarer Boden entstehen; eben so, wenn mit Lagen von reinem kohlensauren Kalkstein Lagen von andern Gesteinarten wechseln, welches auf die Erzeugung des Fruchtbodens von großer Wichtigkeit ist.

Kohlensäure enthaltendes Wasser löst, wenn es

durch Kalkgebirge fließt, den Kalk auf und setzt an andern Orten das Aufgelöste wieder ab, wodurch die Auflösung des Kalksteins und die Bildung der lockern Erde beschleunigt wird.

§. 20.

In die dritte Classe gehört die Kreide und der Gyps, welche hinsichtlich der chemischen Zersetzung sich eben so verhalten, wie der dichte Kalkstein, von den mechanischen Kräften aber in einem viel bedeutendern Grade zerstört werden. Auch löst das Wasser einige Theile des Gypses auf, welches zu dessen Zerstörung beiträgt. Ein Boden aus diesen beiden Gesteinarten entstanden, ist, was die Haupteigenschaften betrifft, dem aus Kalkstein entstandenen Boden ähnlich, daher auch die Unfruchtbarkeit erklärt werden kann, wie z. B. dieses in einigen aus Gyps bestehenden Gebirgszügen des nördlichen Deutschlands und in den Kreidegegenden von Frankreich der Fall ist. Die Fruchtbarkeit einiger Gegenden, in welchen Kreide die Basis bildet (wie z. B. auf den Inseln Rügen und Môn), ist den mit Kreide abwechselnden Thon- und Mergelschichten zuzuschreiben, so wie der größern at-

mosphärischen Feuchtigkeit, welche die Trockenheit und Wärme mildert.

§. 21.

In die vierte Classe setze ich diejenigen Gesteinarten, welche aus heterogenen Bestandtheilen chemisch zusammengesetzt sind, die dem Aeußern nach dicht zu seyn scheinen, die sich aber dennoch ihren Spaltungen nach theilen, ob sie gleich den mechanischen Kräften widerstehen. Nach und nach werden sie durch die chemischen Kräfte zersetzt, und die daraus entstehende Erde ist aus verschiedenen Bestandtheilen zusammengesetzt und fruchtbar. Zu dieser Classe gehört der Basalt und alle mit ihm zunächst verwandte Gesteinarten.

§. 22.

In die fünfte Classe gehören die zusammengesetzten Gesteinarten, welche hinsichtlich der Structur schiefrig oder krystallinisch-körnig sind. Die Adhäsion der heterogenen Theile ist in ihnen geringer, als ihre Cohäsion, daher sie durch die Verwitterung in kleine Theilganze zertheilt werden, welches für die Bildung des Ackerbodens sehr wich-

tig ist. Der in diesen Gesteinarten vorkommende Feldspath ist seiner leichten chemischen Auflösung wegen nicht nur hinsichtlich der Quantität, sondern auch hinsichtlich der Fruchtbarkeit des Ackerbodens höchst wichtig; dahingegen Quarz, Glimmer und Hornblende, die der chemischen Auflösung lange widerstehen, dadurch nützlich werden, daß sie den aus Thon und Feldspath entstandenen Boden locker machen.

Unter allen krystallinischen Gesteinarten giebt der Granit und Gneiß die größte Menge und fruchtbarste Erde: denn die verschiedenen Bestandtheile dieser Gesteinarten sind in einem passenden Verhältnisse zusammengesetzt, ihr Zusammenhang hinlänglich locker und zur Aufbewahrung der nothwendigen Feuchtigkeit geeignet. Der aus Granit entstandene Boden ist der Vegetation weniger günstig, wenn der Quarz in demselben vorherrscht, wenn das Wasser nicht ablaufen kann und Sümpfe erzeugt, in welchen nur wenige nützliche Pflanzen gedeihen. Beispiele hiervon findet man auf dem Harze. An solchen Orten wird leicht Torf erzeugt, der zwar von großem Nutzen, aber doch nicht dem, welchen der Wald- und Ackerbau gewährt, gleich-

zustellen ist. Nach dem Granit folgt, in Beziehung auf die Bildung des Ackerbodens, der an Hornblende sehr reiche Syenit. Die letzte Stelle in dieser Classe gehört dem Grünstein, welcher sowohl der mechanischen als chemischen Zersetzung gleich mächtig widersteht. Unter den krystallinisch-schiefrigen Gesteinarten steht der Glimmerschiefer dem Gneiße am nächsten, welcher aber, des Mangels an Feldspath wegen, einen weniger fruchtbaren Boden bildet.

§. 23.

In die sechste Classe stelle ich die schiefrigen, entweder einfachen oder chemisch zusammengesetzten Gesteinarten, welche der chemischen Zerstörung nicht leicht unterliegen, zuerst ihren natürlichen Rissen nach spalten und dann in eine Erdmasse, welche mit Wasser einen Brei bildet, mechanisch gelöst werden. Diese Erscheinung kann man vorzüglich an dem Thonschiefer beobachten, welcher auf die Bildung des Ackerbodens einen wesentlichen Einfluß hat und den sogenannten Thonboden zu bilden pflegt.

§. 24.

In der siebenten Classe stehen die conglutinirten Gesteinarten, auf welche die chemischen Kräfte wenig oder gar nicht einwirken, die aber durch die mechanischen Kräfte sehr leicht zerstört werden und dann in Gerölle, Grand oder Erde übergehen. Zu dieser Classe gehört die Grauwacke, das Rothe-Todt-Liegende, vor allen aber die verschiedenen Sandsteinarten.

Diese Gesteinarten sind sowohl hinsichtlich ihrer leichtern oder schwerern Zersetzung, als auch in Hinsicht auf die Eigenthümlichkeiten der aus ihnen entstandenen Ackererde höchst verschieden, welche Eigenthümlichkeiten vorzüglich von der Art des Bindungsmittels (caementi) und von seinem Verhältnisse zu den verbundenen Theilen (ad partes caementatas) abhängt. Die Zerstörung dieser Gesteinart pflegt um so leichter von Statten zu gehen, je größer die Masse des Bindungsmittels, um so weniger dasselbe mit den übrigen Theilen verbunden ist, und um so mehr die conglutinirte Steinart von der Natur der krystallinischen abweicht. Aus diesem Grunde wird z. B. die Grauwacke viel

schwerer in tragbare Erde verwandelt, als die gewöhnlichen Varietäten des Sandsteins.

Durch die Zersetzung der Grauwacke wird ein lockerer und fruchtbarer Boden gebildet, insofern die quarzigen und thonigen Theile in einem zweckmäßigen Verhältnisse zu einander stehen; dahingegen geht aus dem Rothen-Todt-Liegenden ein Boden hervor, der im Uebermaße eisenschüssigen Thon hat und in der Regel sehr zähe und kalt ist, wie dieses in mehren Gegenden am Fuße des Harzes und des Thüringerwaldes der Fall ist. Durch die Zersetzung des Sandsteins wird ein sehr verschiedenartiger Boden erzeugt. Der bunte Sandstein, welchem Mergel als Bindungsmittel dient, giebt nicht selten einen sehr fruchtbaren Boden, dahingegen der Quadersandstein in der Regel einen sandigen, heißen Boden giebt. Hiervon kann man sich überzeugen, wenn man z. B. die Gegend an der Weser und Fulde, wo der bunte Sandstein vorkommt, mit der um Blankenburg am Harze und einigen Gegenden von Westphalen, wo der Quadersandstein vorkommt, vergleicht.

§. 25.

In die achte Classe setze ich alle die einfa-

chen oder auch chemisch zusammengesetzten Gesteinarten, welche von Natur so locker sind, oder deren Theile unter sich so gesondert sind, daß sie leicht in Erde übergehen und zum Theil schon durch das Wasser mechanisch zersetzt werden. Hierher gehören die verschiedenen Varietäten des Mergels, der Schieferthon, der Basalttuff und der vulcanische Tuff. Diese Gesteinarten, welche in mehren Gegenden sehr ausgebreitet sind, haben auf die Bildung der ackerbaren Erde einen sehr großen Einfluß, obgleich der aus ihnen entstandene Boden, ihrer Natur nach, von sehr verschiedener Beschaffenheit ist. Der Schieferthon giebt den Thonboden. Der Boden, welcher durch die Zersetzung des Mergels entstanden ist, hat in dem Verhältnisse weniger Thon, in welchem derselbe von dem Kalk- und Sandgehalte des Mergels übertroffen wird. Der Basalttuff, so wie der vulcanische, pflegen einen gemengten und sehr fruchtbaren Boden zu geben.

§. 26.

Auf die große Verschiedenheit des durch die Zersetzung der Gesteinarten zunächst gebildeten Acker-

bodens haben die höchst verschiedenen Verhältnisse, welche in der Schichtung und Lagerung der Gesteinarten stattfinden, sehr großen Einfluß. Diese Verschiedenheit des Ackerbodens würde nicht so groß seyn, wenn die Gesteinarten älterer und neuerer Formation, horizontal geschichtet, in einer gewissen Ordnung vorkämen. In diesem Falle würde die äußerste Schicht ein und ebenderselben Gesteinart bei noch so großer Ausdehnung sich gleich bleiben. Da aber die Schichten der verschiedenen Gesteinarten sowohl hinsichtlich der Form als der Ausdehnung und ihrer Neigungswinkel so höchst verschieden gefunden werden, daß, wenn man auch eine bestimmte Ordnung in der Aufeinanderfolge ihrer Bildung bemerkt, dennoch die verschiedensten Gesteinarten in verschiedenen Höhen an die Oberfläche kommen, so ist es klar, daß der aus der Zersetzung der Gesteinarten zunächst erzeugte ackerbare Boden an nicht weit von einander entfernten Orten von sehr verschiedener Art seyn kann. Von der Art, wie die Richtung und Lage der Schichten auf den Ackerboden einwirken, kann man sich deutlich überzeugen, wenn man die Gegenden, in welchen eine gewisse Gesteinart mit horizontaler Schich-

tung unter dem Ackerboden liegt, mit andern Gegenden vergleicht, in welchen der Ackerboden verschiedene, mehr oder weniger gegen den Horizont geneigte Schichten zur Grundlage hat. In jenen Gegenden ist in der Regel der Ackerboden nicht sehr verschieden; dahingegen er in diesen von der verschiedensten Art vorkommt. Die große Mannichfaltigkeit des Ackerbodens in Deutschland, so wie in England, kann zum Theil dadurch erklärt werden, daß in der Regel die Natur und Lage der Schichten in diesen Ländern sehr abwechseln, dagegen die gleiche Bodenart, welche z. B. in einem großen Theile von Südrußland vorkommt, ohne allen Zweifel ihr Daseyn den überall und auf gleiche Weise unter dem Boden liegenden Kalkschichten zu danken hat. In den Bergen unsers Sollingers, in welchen außer dem bunten Sandsteine fast keine Steinart vorkommt, wird der Boden wenig verschieden gefunden; dahingegen auf den Bergen, welche sich längs der Leine aus der hiesigen Gegend bis in die Provinz Kahlenberg hinziehen, und in Kahlenberg und Hildesheim selbst, in welchen, so wie in den erstgenannten Gegenden, Kalkstein, Sandstein und Mergelschiefer höchst mannichfaltig

abwechseln, ist die Beschaffenheit des Ackerbodens außerordentlich verschieden.

§. 27.

Die Natur der Hauptmasse der Schichten hat auf die Qualität des Fruchtbodens den entschiedensten Einfluß. In einem Boden, welchem Sandstein unterliegt, kann man diese Gesteinart auf ähnliche Weise wieder erkennen, wie in einem Boden, dessen Grundlage Mergel ist, die Eigenthümlichkeit des Mergels wieder zum Vorschein kommt. Allein Ausnahmen von dieser Regel sind nicht selten, nämlich da, wo die Hauptmasse des der Zerstörung kräftig widerstreitenden Gesteins Schichten eines leicht in Erde zu verwandelnden Minerals hat. So ist es mit dem Muschelkalkstein, dessen Berge nicht selten mit Thon bedeckt sind, welcher aber nicht durch die Zerstörung des Hauptgesteins, sondern durch die Zersetzung der mit derselben abwechselnden Schichten von Schieferthon und Thonmergel entstanden ist.

§. 28.

Bisher haben wir den Boden betrachtet, wie er an dem Orte selbst vorkommt, wo er aus dem

unter ihm liegenden Gestein entstand. Jetzt wollen wir aber auch die Verhältnisse betrachten, welche zwischen der festen Erdrinde und dem von seinem Entstehungsorte fortgeführten ackerbaren Boden stattfinden. Die Eigenthümlichkeit und Natur der Gesteinarten hat auf den von seinem Erzeugungsorte durch verschiedene Kräfte mehr oder weniger fortgeführten und in verschiedene Formen und Zusammensetzungen niedergelegten secundairen Boden nur einen entferntern Einfluß. Dennoch kann aber nicht selten leicht und bestimmt nachgewiesen werden, daß sie bei der verschiedenen Bildung und Vertheilung des fortgeführten Ackerbodens wirkend gewesen sind, und von ihnen der Stoff gegeben worden ist. Untersuchungen in dieser Beziehung sind für den Ackerbau deshalb von großer Wichtigkeit, weil er vorzüglich auf Boden secundairer Formation angewiesen ist.

Die Verschiedenheit des secundairen Bodens hängt vorzüglich ab:

1) von der Natur der in den Gesteinarten vorhandenen Stoffe;
2) von der Art und Wirkung der bewegenden Kräfte;

3) von den Veränderungen, welche der secundaire Boden nach seiner Bildung erlitten hat.

§. 29.

Der Ursprung der Stoffe, durch welche der secundaire Boden gebildet wird, ist bereits gezeigt worden. Aus der Verschiedenheit derselben kann leicht dargethan werden, warum ein Boden, aus den Resten der uranfänglichen krystallisirten Gebirgsart entstanden, anderer Art seyn muß, als ein Boden, dessen nähere Bestandtheile aus Sandstein oder Mergel hervorgegangen sind; warum der Boden, welcher von den Harzströmen in die Ebenen geflößt ward, anders ist, als der, welcher von der Weser fortgeführt und abgelagert wurde; warum der Boden in den norddeutschen Ebenen von einer bei weitem andern Natur ist, als der, welcher in den Thälern an der Weichsel vorkommt.

§. 30.

Die vorzüglich thätigen Kräfte bei der Fortschaffung der Erdmassen sind:

1) die Schwere der abgesonderten Massen,
2) Eis,
3) Wasser.

Die Schwere trägt zur Wegführung der getrennten Massen von ihrer ursprünglichen Lagerstätte oft das Mehrste bei. Durch sie stürzen in gebirgigen Gegenden ungeheure Schuttkegel von den Füßen und Abhängen der Berge nach und nach in die Tiefen der Thäler. Diese Erscheinung kann man kaum anderswo so deutlich wahrnehmen als in den Alpenthälern, in welchen bisweilen Berge mit Bäumen, Gesträuchen und Wiesen vorkommen, die offenbar aus solchen Schuttkegeln entstanden sind, und deren von durchsickerndem Wasser gelockerte Masse an tiefer gelegene Stellen nach und nach fortgeführt wird.

§. 31.

Das Eis wirkt mit einer Kraft, der nichts zu widerstehen vermag, auf die Fortschaffung der Steine und des Schuttes, welches am deutlichsten an den Gletschern zu beobachten ist, durch deren Fortwälzung nicht selten hohe Wälle von Steinen und Schutt zu entstehen pflegen. Auch bei unsern Bergströmen kann man im Winter beobachten, wie mit Hülfe des Eises gewaltige Steinmassen fortgeführt werden. Die oft unglaublich großen, in

Deutschlands Ebenen und Dänemarks Inseln zerstreuten, den Ackerbau nicht selten hindernden Steinmassen, an deren Ursprung im Norden man nicht wohl zweifeln kann, sind aus Finnland, Norwegen und Schweden wahrscheinlich auf dieselbe Weise in jene Gegenden geführt, und zwar zu der Zeit, in welcher die Ebenen Norddeutschlands sowohl, als die übrigen am baltischen Meere gelegenen noch unter Wasser standen.

§. 32.

Bei der Bildung des secundairen Bodens spielt das Wasser eine mächtige Rolle. Durch dasselbe werden nicht nur sehr große Massen bedeutend weit fortgeführt, sondern es werden zugleich die Massentheile derselben zerrieben und untereinandergemengt. Diesen Operationen sind sowohl die mannichfaltigen Abgrenzungen der verschiedenen Bodenarten hinsichtlich ihrer horizontalen Dimensionen, als auch die verschieden abwechselnden Schichten nach verticaler Dimension zuzuschreiben.

Die Kraft, mit welcher das Wasser auf die Bildung des secundairen Bodens einwirkt, ist nicht allein höchst verschieden nach dem verschiedenen Gefälle des Wassers, welches ihm eine größere oder

geringere Geschwindigkeit giebt, auch nicht nur nach der größern oder geringern Masse desselben und dem verschiedenen, hier und da vorkommenden Widerstande, welchen es findet, sondern auch nach der verschiedenen Form, Größe und Schwere der wegzuführenden Körper. Die Operationen und Erscheinungen, welche bei der Bildung des secundairen Bodens im Großen statthaben, finden im Kleinen bei dem Pochen und Waschen der Erze statt. Auf gleiche Weise, wie bei diesen Arbeiten sich die gröbern Theile zuerst, hierauf die feinern lagern, und wie von diesen wieder die schwerern Erztheilchen sich schneller absetzen, als die leichtern, eben so kommen in den an Gebirgen liegenden und mit aufgeschwemmter Erde bedeckten Gegenden, jenen zunächst, Steine und Steingerölle, dann Erde und Thon mit Sand gemengt, und an den entferntern Stellen reiner Sand mit Thonschichten vor.

§. 33.

Der durch das Wasser gebildete secundaire Boden erhält nach der verschiedenen Art, wie dasselbe eingewirkt hat, veränderte Gestalten, die man in vier Hauptunterabtheilungen bringen kann.

1) Der **Thalboden**, welcher durch Regen- und Schneewasser, auch durch Bäche, die von den Bergabhängen lockere Theile hinwegführen, angespült ist. Die Beschaffenheit dieses Bodens pflegt seinen nächsten Ursprung sehr deutlich zu zeigen. An den tiefsten Stellen des Thales ist seine Mächtigkeit am größten, welche nach dem Abhange des Berges zu nach und nach abnimmt. Der äußern irregulairen Form desselben pflegt die Irregularität der verschiedenen Schichten zu entsprechen. Oft kommen in demselben Concavitäten vor, so daß die Oberfläche der verschiedenen Schichten, wenn man sie quer durchschneidet, bald mehr bald weniger krumme Linien giebt.

2) Der **Flußboden**, d. h. der, welcher in den Flußbetten vorkommt. Dieser Boden ist durch die beständig fortwälzende und abspülende Gewalt der größern Flüsse entstanden. Zu ihm gehört:

a) der Boden, in welchem bald größere, bald kleinere abgerundete Steine vorkommen, und der durch die Gewalt der reißenden Bergströme in der Nähe der Gebirge entstanden ist;

b) die Erde in den Flußbetten, welche an den vom Gebirge entfernten Orten abgesetzt ist.

Diese Bodenart hat im Verhältniß ihrer Breite eine sehr große Länge. Die Oberfläche derselben ist meistens eben, seltner convex, so daß sie in der Mitte höher wäre, welches z. B. der Fall ist bei dem vom Nil abgesetzten Boden, so wie bei dem, welcher von den Flüssen an den mittäglichen Bergen der Alpen und Apenninen erzeugt worden. Die verschiedenen Schichten dieses Bodens zeigen weder die große Irregularität des Thalbodens noch die große Regularität des Sumpfbodens; die Qualität desselben ist aber sowohl der Längen- als Breitenausdehnung nach sehr verschieden.

3) Der Sumpfboden, dessen Masse sich aus dem stehenden Wasser abgelagert hat. Zu ihm ist der Boden derjenigen Thalgründe zu rechnen, in welchen sonst Seen befindlich waren, die entweder für sich bestanden oder mit Flüssen in Verbindung waren. Die horizontalen Dimensionen sind sich bei diesem Boden ziemlich gleich, und wenn auch bisweilen die Länge die Breite übertrifft, so ist dieses doch nicht in dem Grade der Fall, wie es bei dem Flußboden zu seyn pflegt. Die Oberfläche des Bodens ist in der Regel eben;

die verschiedenen Schichten aber wechseln auf gleiche Weise, wie bei dem Flußboden.

4) Der Meerboden, d. h. Boden, welcher ehemals Meeresgrund war. Die Ausdehnung desselben, sowohl in horizontaler als verticaler Richtung, ist außerordentlich groß. Seine Oberfläche ist mehr oder weniger wellenförmig, selten vollkommen eben. Die Massen sind sehr mächtig, und die Zusammensetzung derselben sehr einfach. Zwar kommen auch verschiedene abwechselnde Schichten vor, deren Formen und Dimensionen aber bald mehr bald weniger irregulair zu seyn pflegen, und die auch nicht selten wellenförmig gebildet sind.

§. 34.

Der Boden wird, nachdem er gebildet ist, durch die Naturkräfte auf das mannichfaltigste verändert. Die atmosphärische Luft ändert ihn beständig; Flüsse, Fluthen und Winde wirken bald hier bald da auf ihn ein und erneuern seine Form. Das Wasser führt ihm abgeschwemmte Theile zu. Die Bestandtheile der Erde selbst wirken chemisch auf einander ein, wodurch in ihr Zersetzungen verursacht und neue Mischungen gebildet werden; diese

chemischen Veränderungen werden vorzüglich durch die Pflanzen und durch den Dünger befördert.

§. 35.

Aus allem, was bisher über das Verhältniß zwischen den Massen, aus welchen die dichte Erdrinde gebildet, und der Ackererde gesagt worden ist, geht offenbar hervor, daß jene auf die Bildung und Beschaffenheit dieser, und hierdurch auf die vollkommner gebildeten Pflanzen einen sehr wichtigen Einfluß haben, und daß, obgleich durch die Pflanzen selbst die Fruchtbarkeit des Bodens sehr erhöht wird, doch durch Zerstörung und Lösung der Felsen die erste Bedingung zum Leben der Pflanzen gegeben worden sey. Wenn diesem so ist, so hat die Beschaffenheit der dichten Erdrinde gewiß einen sehr ausgebreiteten und viel umfassenden Einfluß. Dem größten und bedeutendsten Theile der Pflanzen ist sie Standort; auf das Leben der Thiere, welche ihre Nahrung aus dem Pflanzenreiche nehmen, wirkt sie auf diese Weise mächtig ein, somit also auch auf des Menschen Leben und Thätigkeit. Glückliche Länder, deren Fels- und Gesteinarten neuen Ackerboden geben, welcher zur

Erhaltung und Ernährung nützlicher Pflanzen tief genug, gut gelegen und zweckmäßig gemischt ist, und der zu dem Anbau verschiedener Pflanzen die nothwendigen Modificationen darbietet! Sey mir gegrüßt, Deutschland, so reich an Production wie an trefflichen Männern! Mit Recht dürfen wir das Lob, welches vor Zeiten Virgil seinem Italien spendete *), auf den vaterländischen Boden übertragen: denn wenn auch Deutschland weder Oliven noch Citronen besitzt, so hat es auch nicht die luftverpestenden pontinischen Sümpfe, nicht den ewig Unglück drohenden Feuerschlund des Vesuv. Die größte Mannichfaltigkeit der Massen, aus welchen die Erdrinde besteht, sowohl in Rücksicht auf die äußere Gestalt, als auch in Rücksicht auf die Verbindung der Bestandtheile, viel größer als in irgend einem andern bekannten Theile der Welt, begründet die größte Verschiedenheit des Fruchtbodens, so daß die Producte verschiedener Klimate und Länder erzeugt werden können. Hier ernähren Hügel und Ebenen, welche tiefe Schichten der verschiedensten Bodenarten haben, fast alle Arten

*) Landbau. II. v. 173 u. f.

von Getreide und Futterkräutern, die prachtvolle Eiche und Buche, und mit ihnen noch eine große Menge anderer Laubholzarten. Hier geben die südlich gelegenen Thäler den trefflichsten Wein, hier die Gebirgszüge lachende Wiesen und hohe Roth- und Edeltannen, und selbst die Sandebenen tragen zur Mannichfaltigkeit der nützlichen Pflanzen bei; so gedeihet auf ihnen die den Bienen so beliebte Haide, so der Buchweizen, so die Kiefer und Birke. Diese außerordentliche Mannichfaltigkeit muß auf den Zustand des Acker- und Waldbaues in Deutschland den mächtigsten Einfluß haben. Kaum ist in einem andern Welttheile diese Mannichfaltigkeit größer. Unter den entfernten Ursachen, welche auf Leben, Cultur und Glückseligkeit des Menschen thätig einwirken, ist die Beschaffenheit der dichten Erdrinde gewiß die wichtigste.

Gedruckt bei F. Brockhaus in Leipzig.